

## 변유량 시스템에서의 유량 밸런싱 방법

변유량 시스템에서 배관계통별 설계유량을 제어 할 수 있는 밸런싱 방법과 밸러싱 밸브 요구사야에 대해 소개하고자 한다.

윤 원 기

(주) 페트코 (fetco@korea.com)

오늘날 지속적으로 개선되는 새로운 기술은 이론적으로 에너지 비용을 절감하면서도 실내환경은 보다 더 쾌적하게 개선할 수 있어야 하지만 현실은 기대만큼의 결과를 보여 주지 못하고 있다. 첨단 신기술을 채택한 장비와 제어기술로 이루어진 시스템에서도 냉, 난방 설치동력의 삼분의 일 또는 절반 수준 정도의 성능만 발휘할 뿐이다.

건물에 따라 최적 조건에서 운전되는 건물과 그렇지 않은 건물의 설비 에너지 비용이 통계에 의하면 최고 40% 까지 차이가 발생하는 경우가 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 적용했던 자동제어 기술도 약간의 성과만을 보여 줄 뿐 기대 이하의 결과를 나타내는 경우가 있다. 이는 제어 기술 자체나 관련 제품의 문제가 아니라 제어기술이나 장비가 필요로 하는 운전조건의 실현 여부에 달려있다. 즉 냉·온수 유량이 장비나 위치에 따라 과잉, 또는 과소 유량이 발생하는 순환 시스템에서는 첨단의 제어 기술로도 가장 경제적이고 효과적인 방법으로 쾌적한 실내 환경을 달성할 수 없다.

각 배관계통에 최소한 설계 유량이 보장 될 때 비로써 이러한 문제가 해결될 수 있으며 밸런싱 작업을 통해서 전체 시스템의 모든 부분에 균형적인 최적의 유량분배를 달성할 수 있다.

### 밸런싱이란?

밸런싱이란 순환계통상의 배관 일부분에서 발생할

수 있는 overflow 또는 underflow현상을 방지하여 각 유닛에 적절한 설계유량을 정확히 분배하는 과정을 말한다.

balancing이 완료된 순환시스템은 모든 유닛에 정확한 설계유량이 분배되므로 건물 전체에 의도한 설계 온도 분포를 갖게 되어 거주자로부터 불만요소가 없어지고 냉난방 비용을 줄일 수 있게 해준다.

### 밸런싱이 필요한 이유

일반적으로 건물의 HVAC 시스템을 설계 할 때는 각 실내의 열손실량을 기준으로 냉난방 기기의 용량이나 필요 유량을 결정하고 배관 및 펌프의 용량을 계산하기 위하여 각 분배관의 유량을 합산하여 용량을 결정하게 된다.

그러나 현실에서는 설계대로 시공된 건물에서도 각 부하에 만족할 만한 유량이 보장되지 않으며 그 이유는 다음과 같다.

- 설계자는 펌프로부터 가장 멀리 떨어진 배관을 기준으로 펌프의 용량을 결정 하기 때문에 그 외의 배관에는 필요 이상의 압력이 작용할 수 밖에 없다.
- 각 유닛(AHU, radiator, FCU)에 대한 마찰손실을 현실적으로 정확하게 계산할 수 없기 때문에 펌프 양정에 안전율을 감안하게 된다.
- 대부분 건물 배관에는 유량계가 설치 되지 않기 때문에 시공 후 설계유량과 실제 유량을 비교하기 위해서는 별도의 작업을 필요로 한다.



## 신기술 소개

- 배관의 길이, 곡관 및 bending 작업등에 따라 마찰손실이 발생하며 설계 시 이를 정확히 계산하기 어렵다.
  - 배관, 펌프 및 장비 등은 규격품으로 유량이 결정되므로 선택의 폭이 좁아진다.
- 따라서 적절하게 밸런싱되지 않으면 다음과 문제점이 발생된다.
- 가장 흔한 현상으로 건물의 층별 온도에 차이가 발생한다. 일반적으로 동절기에 하층부는 온도가 높고 상층부는 온도가 낮은 현상이 발생한다.
  - 펌프유량이 필요 이상으로 커지게 되어 과도한 전력비용이 발생한다.
  - 초과유량이 공급되는 유닛에는 과도한 유속으로 인해 소음이 발생한다.
  - AHU에 사용되는 콘트롤 밸브의 제어 성능이 나빠진다.

### 밸런싱 방법에 따른 분류

#### manual 또는 static balancing

이 방법은 밸런싱 과정에 있어 유량과 차압, 온도를 측정할 수 있고 이를 근거로 현장에서 조정, 수정이 가능하다.

#### auto balancing

이 방법은 설계 유량을 근거로 하여 미리 설정된 일정 범위 내에서 반응 작동하여 일정 유량을 확보하는 것이다.

### 밸런싱 효과

각 배관 계통에 유량을 설계값대로 정확히 분배할 수 있어 실내온도의 불균형현상을 없애 주며 평균 설정 온도를 낮추어 보일러나 냉동기의 불필요한 과잉 운전을 방지하거나 운전 시간을 단축시켜 에너지 비용을 절약 할 수 있는 것이다.

- 유량 불균형으로 인하여 배관의 일부분에 낮은 유량이 공급되는 것을 방지할 수 있어 열원설비의 효율을 증가 시킨다.

- 보일러나 냉동기의 병렬 운전 시 정확한 부하 분담을 할 수 있어 운전 효율이 극대화 된다.
- 변유량 시스템에서 콘트롤 밸브가 full open할 때 설계 유량이 통과하므로 콘트롤 밸브 특성곡선을 이동시켜 유량 조절 특성을 개선시킨다.
- 일부 배관에 유량의 변동이 생겨도 유량변화가 분산되어 다른 배관에는 거의 영향을 주지 않기 때문에 항상 정확한 유량공급을 보장한다.
- 펌프를 최저 압력으로 운전할 수 있어 동력비 비용을 절약할 수 있다.
- manual balancing valve는 정유량 밸브와 달리 차압뿐만 아니라 온도 및 정확한 유량을 측정할 수 있어 확실한 밸런싱이 가능하다.
- manual balancing valve는 정유량 밸브와 달리 스프링과 같은 구동부품이 없어 수명이 반영구적이며 바이패스 및 스트레이너등을 사용할 필요가 없기 때문에 정기적인 유지보수가 필요 없다.

### 밸런싱 객체

#### 정유량 시스템(constant flow system)

- 장비 또는 열원기기의 밸런싱

보통 복수, 병렬로 운용되는 장비, 보일러, 냉동기 또는 펌프등에서 유량이 변하면 말단 유닛에 공급되는 순환수의 온도와 설계 요구온도와의 차이로 의도한 만큼의 쾌적한 실내 환경을 보장할 수 없다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 말단 유닛뿐만 아니라 모든 장비에도 밸런싱을 실행하여 일부 장비에서 발생할 수 있는 과소, 또는 과잉 유량을 방지하여 순환되는 냉.온수 온도를 항상 설계 수준으로 유지할 수 있도록 하여야 한다.

- 존(냉온수 헤더, 횡주관, 입상주관, 지관별)의 밸런싱

전체 시스템의 환수관을 기준으로 partner valve를 채택하여 몇 개의 존으로 분할하여 하나의 밸런싱 밸브에 단 한번의 유량 설정만으로 밸런싱 작업을 완료할 수 있다. 그리고 일부 배관에서 발생하는 유량 변화는 주로 partner valve에만 영향을 미치므로 다른

부하는 최고  $\pm 5\%$  이내의 안정적인 유량 공급을 보장하게 된다.

• 말단 유닛의 밸런싱

일부 유닛에 과잉유량이 발생하면 필연적으로 다른 유닛에서는 과소 유량을 초래한다. 항상 AHU, FCU 등과 같은 모든 말단 유닛에 최소한의 설계 유량이 보장되어야 의도한 수준의 실내 온도를 유지할 수 있다.

이처럼 밸런싱 밸브는 말단 유닛 뿐 만 아니라 보일러, 냉동기, 펌프와 같은 열원기구나 장비 그리고 존별로 설치해야 하나 대부분의 건물에서 일반적으로 밸런싱 밸브를 말단 유닛에만 설치해서 운영하고 있는 실정이다

HVAC 시스템에서 많이 채택되고 있는 2관식 시스템에 냉.온수용으로 별도의 콘트롤 밸브를 채택하는 방식으로 설계, 운용되거나 아예 내방 조건으로 선정된 하나의 콘트롤 밸브로 하여금 냉.온수 유량을 제어하게 하고 있다. 또한 현실적으로는 설계 냉수유량보다 큰 콘트롤 밸브를 선정할 수 밖에 없어 valve authority가 낮아 유량 제어 기능이 낮는데 같은 콘트롤 밸브로 하여금 유량이 크게 차이 나는 난방을 위한 온수유량의 비례 제어는 더욱 불가능하여 실제에 있어서 콘트롤 밸브는 on-off 기능만을 할 뿐이다. HVAC 시스템에서 변유량 시스템의 적용을 위해서는 이와 같은 문제를 충분히 인식하고 신중한 고려가 필요하다.

변유량시스템(variable flow system)응용

이방면으로 구성된 변유량 시스템(variable flow system)이나 삼방면으로 구성된 정유량 시스템(constant flow system) 모두 밸런싱 밸브를 적용하여 최소한 말단 유닛에 항상 설계유량만은 보장하여 일부유닛에 발생할 수 있는 과대, 과소유량 문제는 해결하였으나 이방면으로 구성된 변유량 시스템 적용을 위해서는 장점뿐만 아니라 적절한 운전이 가능한 필요 충분 조건 등도 충분히 검토되어야 한다.

• 변유량시스템 특징

- 설계유량과 달리 시스템에 중, 저유량이 순환될 때 순환수 온도는 위치에 따라 상당히 차이가 있을 수 있고 차압도 크게 변동하여 콘트롤 밸브의 authority와 유량 제어의 안정성에 영향을 준다. 시스템 총유량이 감소하여 배관 및 부속류 등의 마찰손실이 감소하고 펌프 성능곡선을 따라 이동한 만큼 펌프 수두가 증가하여 모든 말단 유닛의 차압이 증가한다. 특히 펌프로부터 가장 멀리 떨어져 있는 콘트롤 밸브는 과잉 펌프 수두 때문에 제어가 어렵다.
- 순환 시스템에서 유량 감소를 위해 하나의 콘트롤 밸브가 닫히기 시작하면 다른 콘트롤 밸브에 인가되는 차압이 상승하게 되어 거의 closing position에 위치하게 된다. 이처럼 유량 감소로 차압이 상승하게 되면 콘트롤 밸브는 authority가 악화되어 유량의 비례 제어가 아닌 단지 on-off 제어 기능만 수행 할 뿐이다.
- 콘트롤 밸브는 펌프 수두에 따라 크기가 매우 다양하여 선정하기가 쉽지 않지만 최악의 경우에도 최소한 0.25 이상의 authority를 유지할 수 있는 크기를 선정해야 한다.
- 콘트롤 밸브에 가변속 펌프를 채택하여 더 많은 에너지 비용을 절감할 수 있다.
- 펌프를 보호하기 위해 최소 유량이 보장되어야 한다.

이처럼 이방면을 채택한 변유량시스템에서는 최소 설계유량 확보를 위한 밸런싱 밸브와 중, 저유량에서 미세한 유량 제어를 할 수 있는 콘트롤 밸브의 authority를 유지하기 위한 차압을 일정하게 유지할 수 있는  $\Delta P$  controller인 STAP+ STAD(STAM) 밸브 시스템이 필요하다.

• STAP +STAD(STAM) 시스템 원리(그림 1)

STAP+STAD(STAM) 시스템은 변유량 시스템에서 이방면에 인가되는 차압 수준을 일정하게 유지해주는 압력조절밸브이다. 콘트롤 밸브를 중심으로 1차 측에 STAD(STAM), 2차측에 STAP를 상호 연결하여  $\Delta P$ 를 감지하여 비례적으로 STAP가 개폐하면서 유량을 조절하여 콘트롤 밸브를 통과하는 차압



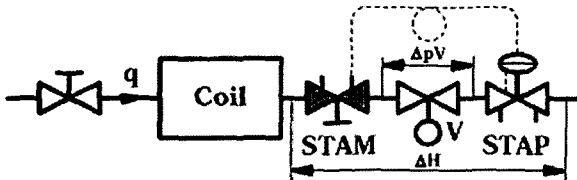
신기술 소개

ΔP를 일정하게 유지한다.

콘트롤 밸브의 작동에 따라 STAP에 의해 설계 유량을 확보함으로써 콘트롤 밸브는 결코 oversize될 수 없으며 콘트롤 밸브에 대해 항상 일정한 차압을 유지시켜 주어 valve authority를 1에 가깝도록 유지한다.

• STAP + STAD(STAM) 밸브 특징

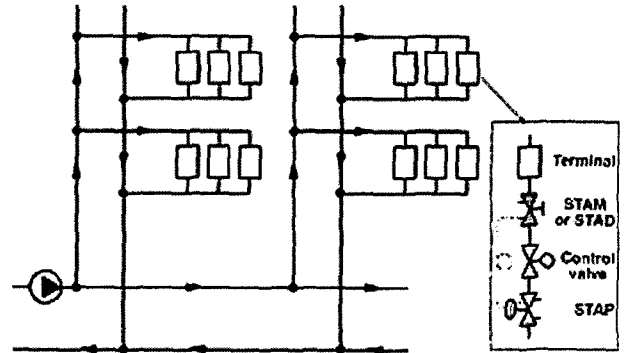
- STAP+STAD(STAM) 밸브 시스템 모두 유지관리를 위해 필요한 drain, shut-off 기능이 가능하고 CBI-II계측기를 통해 유량, 차압과 온도를 측정할 수 있다.
  - STAD(STAM)를 이용하여 콘트롤 밸브를 full open한 상태에서 항상 설계 유량을 확보함으로써 별도의 밸런싱 작업이 필요하다.
  - STAP는 콘트롤 밸브에 가해지는 차압을 일정 수준으로 유지하게 하므로 다른 밸브의 유량변경이나 총유량의 감소에 의해 시스템 내 차압이 변동하더라도 콘트롤 밸브의 authority를 설계 수준으로 유지할 수 있다.
  - 차압 변동 모두가 STAP에서 흡수되므로 차압 제어가 온도 조절에 비해 쉽고 제어 범위가 충분해서 hunting을 피하기 위한 수단으로 사용할 수 있다.
  - 각각의 유닛에 설계 유량이 확보되므로 모든 콘트롤 밸브에 STAD와 STAP가 연결되면 형지관이나 입상주관에 밸런싱 밸브는 필요 없으나 시스템 이상 유무 진단을 위해서는 설치하는 것이 좋다.
  - 세관작업을 위해서는 STAD를 완전 개방하는 것만으로 충분하다.
- STAP + STAD(STAM) 응용
- 지관(branch)에 적용 : 몇 개의 말단 유닛이 서



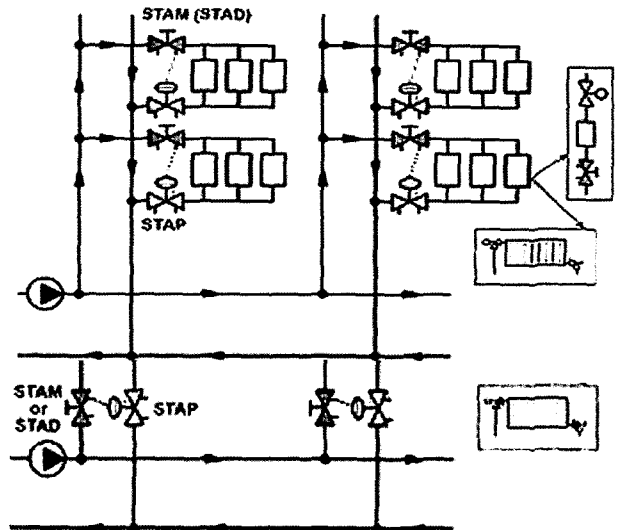
[그림 1] STAP + STAD(STAM) 시스템 원리

로 가깝게 위치할 때 (그림 2)

- 대형 시스템에서 펌프 차압이 너무 크거나 일부 말단 유닛에서 차압 변동이 지나치게 클 경우에는 입상주관 등에 설치하는 것이 좋다(그림 3)
- 유량 제어 측면에서는 최적의 시스템이며 자동으로 밸런싱도 완료되며 설계 유량만 확보되면 별도의 밸런싱 밸브나 작업이 필요 없다. 콘트롤 밸브가 full open된 상태에서 설계 유량을 위한 STAP가 설정되기 때문에 콘트롤 밸브는 oversizing 되지 않고, 차압을 일정하게 유지해 주



[그림 2] 지관(branch)에 적용



[그림 3] 입상주관에 적용

로 콘트롤 밸브 authority는 "1"에 가깝다.

에 의해 유량의 재설정 없이 원래의 설정 유량 값으로 회복할 수 있어야 한다.

**밸런싱 밸브 요건**

**미세조정이 가능한 차압 설정**

- 직경에 따라 0~40(15 ~ 50 mm)부터 최고 0~160(65 ~ 300 mm) 단계로 개폐되는 디지털 조절손잡이가 부착되어 있어 한눈에 쉽게 밸브의 열림 정도를 알 수 있어야 하고
- 완벽한 equal percentage 특성으로 일반 shut off 밸브와는 달리 미세한 차압 및 유량 설정이 가능하여야 한다.

**완벽한 shut off기능과 설정 값 기억기능**

- TFE sealing이 부착된 플러그는 일반 정유량 밸브와는 달리 완전히 밸브를 잠글 수도 있어 별도의 shut off밸브가 없어도 배관의 유량을 차단할 수 있다.
- 또한 다시 밸브를 open할 경우 내장된 기억기능

**압력, 유량, 온도의 측정**

- 밸브 몸체에 부착된 2개의 압력측정 포트에 의해 차압, 유량, 온도의 즉각적인 측정이 가능하고,
- 마이크로 프로세서가 내장된 휴대용 측정기로 현장에서 간편하게 압력, 유량 및 온도 측정, 그리고 가장 빠른 밸런싱 방법을 제공할 수 있어야 한다.

**drain 및 air vent 기능**

- 밸브 본체에 자체 drain 및 air-vent 기능이 있어 유지. 보수가 간편해야 한다.

**내식성 및 내 탈이산화현상, 내 스케일 특성**

- 해수, glycol 또는 brine 등의 유체에도 사용할 수 있어 냉동창고, 선박용, 냉각수 등에도 사용 가능해야 한다.
- 사용 범위는 type에 따라 최고 25 kgf/cm<sup>2</sup>, 150 °C

〈표 1〉 문제점과 해결방법

증상	관행적인 조치	원인	해결책	특징
동일 건물에서 일부 존에서는 온도가 너무 높고 다른 존에서는 너무 낮다	-펌프 수두를 증가시킨다	-일부 순환시스템에서 과잉유량은 다른 시스템에 과소유량을 초래한다 -ΔP controller 2차측에 밸런싱 작업이 이루어지지 않았다	-STAD/STAM 밸브를 이용하여 밸런싱작업을 실행한다	-최소 에너지 비용으로 의도한 실내온도를 유지할 수 있다 -실제 유량을 확인하고 report할 수 있다 -유량을 측정하고 시스템의 이상 유무를 감지할 수 있다
일과전 시운전 시간이 길다	-난방에서는 급수되는 온수의 평균온도를 상승시키고 냉방에서는 더 낮추게 된다 -보일러나 또는 냉동기와 같은 열원기기를 추가로 설치한다	-일부 순환계통의 과잉 유량은 타 순환계통에 과소 유량을 초래한다 -장비나 열원기에서 생산되는 냉,온수 유량보다 전체 시스템에 순환 유량이 높다	-STAD/STAM 밸브를 이용한 밸런싱 작업을 실행한다. -적절한 밸런싱으로 순환유량과 열원기에서 생산되는 유량이 서로 호환되는지 확인한다	-수동 밸런싱 작업을 통하여 유량 분배의 문제를 초기 단계에서 해결할 수 있다 -가능한 한 예열 등 시운전 시간을 최대한 단축시킨다
펌프 동력비가 지나치게 높다.		-펌프가 over sizing 되었는데 감지할 수 없다	-STAD / STAM를 설치하여, 펌프의 over sizing을 감지하여 임펠러를 교체하거나 속도를 감소시킨다 -지나친 마찰저항 극복을 위해 2차 펌프를 설치하기도 한다.	-펌프 동력비용을 최소화한다 -펌프 수두 과잉으로 인한 소음을 방지할 수 있다 -안정적이고 정확한 온도를 유지한다 -에너지 비용을 절약하고 소음 발생 우려를 감소 시킨다
실내온도가 유동적이고 불안정적이다 콘트롤 밸브에 소음이 발생한다.	-소프트웨어적으로 설정 값을 수정한다 -정확한 크기의 콘트롤 밸브로 교체하지만 hunting이 발생할 수 있다	-시스템을 밸런싱 한다 -콘트롤 밸브의 authority가 너무 낮다 -제어 변수 값의 수정이 필요하다 -콘트롤 밸브가 over sizing 됐거나 인가되는 차압이 변동하였다	-STAD/STAF 밸브를 이용하여 밸런싱 작업을 실행한다 -정확한 크기의 콘트롤 밸브를 선정한다 -STAP를 이용하여 차압을 일정하게 유지한다	-STAP를 이용하여 콘트롤 밸브에 인가되는 차압을 제어하여 valve authority를 "1" 수준으로 유지하고 over sizing을 없앤다.



까지로 고온, 고압의 유체에도 사용할 수 있어야 한다.

**유지보수가 필요 없는 구조**

· 스프링과 같은 가동부품이 없어 이물질이 끼지 못하며 strainer 등이 필요 없어 정기적인 유지보수가 필요 없어야 한다.

**결론**

그 동안 순환배관 계통에서 밸런싱에 대한 관련 기술자의 인식 전환으로 많은 개선을 이루었지만 상대적으로 인식이 소홀했던 ①개별 장비나 열원기기에 대한 밸런싱, ②변유량 시스템에서 발생하는 차압 변동으로 콘트롤 밸브 authority가 낮아져 유량 제어 효율 저하, ③또한 2관식 시스템에서 냉,온수 유량을 동일 콘트롤 밸브로 제어하고자 할 때 발생하는 문제점 해결을 위한 신중한 고려가 필요하다 하겠다.

표 1은 밸런싱과 위 결론에서 3가지 조건을 충족시키지 못한 건물에서 흔히 발생할 수 있는 몇 가지 문제와 그 해결 방안이다.

**참고**

**: 밸런싱 밸브에 관한 9 가지 문답**

**질문 1** auto flow limiter와 밸런싱 밸브의 차이점은 무엇인가?

**답변 1**

밸런싱이란 순환 배관 시스템의 전체적인 유량 분배를 설계 값에 가깝도록 각 배관의 차압을 조정하여 주는 과정을 말한다. 정확한 밸런싱이 이루어질 경우 부분적인 초과유량이나 과소유량을 피할 수 있다.

이에 비해 auto flow limiter는 주어진 차압 범위 내에서 유량을 일정하게 유지하는 해주는 밸브이다.

**질문 2** 아파트등에 밸런싱이 필요한 이유는 무엇인가?

**답변 2**

아파트 난방 설계 시에는 각 세대별, 층별 난방 부

하 계산을 하고 이에 따라 배관경을 선정하게 됩니다. 그러나 배관은 규격화 되어 있기 때문에 설계 유량에 정확히 맞는 배관경을 선정하는 것은 불가능하다. 또한 배관 길이나 난방 코일, 배관의 부속 등에 따른 마찰손실을 일일이 계산, 반영하는 것은 더욱 어려운 일이다.

이와 같이 설계와 시공상의 차이를 현장에서 보정하여 주는 과정을 "밸런싱"이라고 하며 TA사의 밸런싱 밸브는 이에 대해 경제적이고 최적의 방법을 제공한다.

**질문 3** 밸런싱이 이루어진 건물의 냉난방 시스템의 장점은?

**답변 3**

밸런싱이 제대로 이루어진 경우 각 순환배관 계통에 냉,온수 유량을 설계 수준으로 균형적인 분배를 할 수 있어 동일 건물내에 실별 또는 존별 온도 불균형을 방지할 수 있다. 이는 설정 평균 온도를 증감할 수 있어 보일러나 냉동기의 불필요한 과부하 운전을 방지할 수 있다.

**질문 4** 밸런싱 밸브 사용 시 설치 비용의 증가 여부?

**답변 4**

밸런싱 밸브를 사용할 경우 auto flow limiter와는 달리 스트레이너, shut off valve, 바이패스 배관 사용이 필요 없다. 따라서 auto flow limiter를 사용할 때 보다 적은 비용으로 설치가 가능하다.

**질문 5** 밸런싱 밸브 주된 용도와 기능은 무엇인가?

**답변 5**

밸런싱 밸브는 상업용 또는 주거용 건물의 HVAC설비(공조기/FCU)등과 같이 순간 유량 변화가 작은 곳에서 각 순환배관 계통에 설계 유량을 공급을 위한 밸런싱 목적으로 사용한다. 이 경우 유량 비례제어는 AHU의 콘트롤 밸브나 온도제어 밸브가 담당한다.

**질문 6** 밸런싱 작업이 번거롭거나 시간이 너무 걸린다?

**답변 6**

TA 밸런싱 밸브를 설치한 후 CBI(Computerized

Balancing Instrument)에 의해 밸브를 통과하는 유량 및 차압을 측정하여 순서대로 밸런싱을 할 수 있기 때문에 한 개의 밸런싱 밸브를 수 분만에 밸런싱 할 수 있다.

일단 밸런싱이 완료, 설정되면 밸브 내부의 고정 장치에 의해 관계자 이외에는 설정 값을 변경할 수 없어 특별한 유지 관리가 필요 없다.

**질문 7** 밸런싱 완료 후 시스템 일부에 부하의 변동, 혹은 차단하였을 때 다른 유닛의 유량에 영향을 미치는가?

**답변 7**

밸런싱이 정확히 되었을 때 시스템 일부에 부하 변동이 있어 유량이 변동하면 각 밸런싱 밸브에 유량의 변화가 일정하게 분배되어 다른 배관에는 최고  $\pm 5\%$  미만의 영향만 준다

밸런싱이 완료된 배관계통에서는 일부 배관에서의 유량 변화가 주로 partner valve에만 영향을 미치고 다른 부하는 최대  $\pm 5\%$  이내의 안정적인 유량 공급을 보장 하게 된다.

**질문 8** 이방변이나 삼방변 배관에 밸런싱을 할 경우 어떠한 장점이 있습니까?

**답변 8**

1) 이방변의 경우

이방변 배관에 밸런싱 밸브를 사용하면 다음과 같은 이점이 있다. 한 배관의 이방변 동작에 의한 유량 변

화가 다른 배관에 영향을 주지 않게 되어 각 콘트롤 밸브에 overflow현상을 방지할 수 있어 이론 값에 가까운 유량 특성 곡선을 얻을 수 있다.

2) 삼방변의 경우

삼방변에서는 바이패스되는 배관의 차압을 코일의 차압과 일치 되도록 하는 것이 가장 중요하다. 만일 바이패스 되는 배관에서 적절한 차압을 발생시키지 못하면 밸브 개도 정도에 따라 전체 유량이 일정하게 유지되기 어렵고 바이패스 방향과 코일 방향의 유량에 불균형을 이루게 되어 제어 특성이 저하된다

**질문 9** auto flow limiter를 콘트롤 밸브의 밸런싱에 사용할 수 있는가?

**답변 9**

자력식 유량 제어특성(self regulating flow control valve)을 가지고 있는 auto flow limiter는 콘트롤 밸브 동작과 반대로 작동하여 밸브의 유량 조절능력을 크게 저하 시킨다

예를 들어 콘트롤 밸브가 유량을 감소시키기 위하여 닫히기 시작하면 auto flow limiter는 반대로 설계유량 유지를 위하여 cartridge 단면적을 늘려 유량을 증가시키는 방향으로 동작하여 콘트롤 밸브에 가해지는 차압을 더욱 증가 시켜 콘트롤 밸브를 더욱 닫히게 동작하게 되어 유량의 비례 제어 기능을 할 수 없어 단순히 on-off동작만 가능하다

이런 이유로 콘트롤 밸브는 auto flow limiter와 함께 사용할 수 없다. ㉔